

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10202504 A**

(43) Date of publication of application: **04 . 08 . 98**

(51) Int. Cl. **B24B 37/00**

(21) Application number: **09012725**

(22) Date of filing: **27 . 01 . 97**

(71) Applicant: **TOSHIBA MACH CO LTD**

(72) Inventor:
**SAITO HIDEO
NISHIHARA HIROMI
NAKANISHI FUSAO**

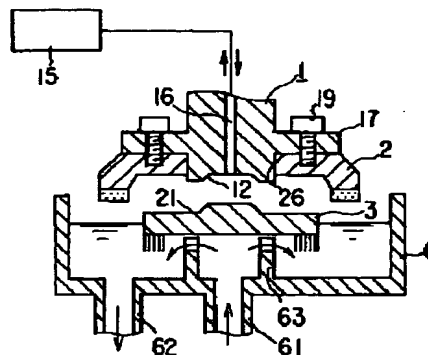
(54) **POLISHING SURFACE CONDITIONING DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a conditioning device capable of improving configurative precision of the polishing surface and efficiency of the conditioning process with regard to the surface conditioning device incorporated into a polishing device and fitted with a plural kinds of tools.

SOLUTION: A tip of a shaft 1 is formed with large diameter flange 17 and a dressing grinding stone 2 is fixed along the outer circumference of the flange 17 using bolts. A brush 3 is mounted in a detachable manner through a vacuum adsorbent 12 provided in the center of the flange 17. It is composed so that the tip of the brush 3 will position further to the front in the axial direction than the tip of the grinding stone 2 when the brush 3 is mounted on the vacuum adsorbent 12. When the brush 3 is not in use, it is stored in a washing tank 6.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-202504

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月4日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 4 B 37/00

識別記号

F I

B 2 4 B 37/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-12725

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月27日

(71) 出願人 000003458

東芝機械株式会社

東京都中央区銀座4丁目2番11号

(72) 発明者 齊藤 日出夫

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式
会社沼津事業所内

(72) 発明者 西原 浩巳

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式
会社沼津事業所内

(72) 発明者 中西 房男

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式
会社沼津事業所内

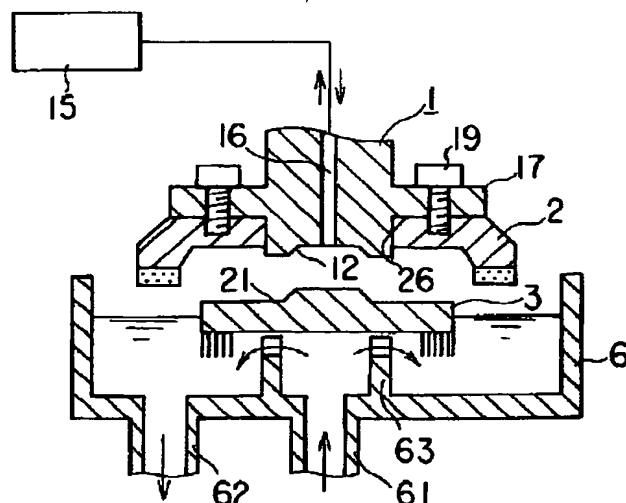
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 研磨面のコンディショニング装置

(57) 【要約】

【課題】 研磨装置に組み込まれ、複数種類の工具が装着される研磨面のコンディショニング装置において、研磨面の形状精度の向上及びコンディショニング工程の効率の向上を図ることが可能なコンディショニング装置を提供する。

【解決手段】 軸1の先端には大径のフランジ部17が形成され、ドレッシング用の砥石2は、フランジ部17の外周に沿ってボルト19で固定される。ブラシ3は、フランジ部17の中央に設けられた真空吸着部12を介して着脱可能に装着される。ブラシ3を真空吸着部12に装着したとき、ブラシ3の先端は、砥石2の先端よりも軸方向前方に位置する様に構成されている。また、ブラシ3を使用しないときには、ブラシ3は洗浄槽6に收容される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸の先端に研磨面のコンディショニング用工具を複数装着する研磨面のコンディショニング装置であつて、前記複数個のコンディショニング用工具の内、1個を除いた他の全てのコンディショニング用工具が、自動着脱可能な手段により装着されることを特徴とする研磨面のコンディショニング装置。

【請求項2】 前記自動装着されるコンディショニング用工具は、装着された時に、他のコンディショニング用工具の工具面よりも軸方向前方に位置する様に構成されていることを特徴とする請求項1に記載の研磨面のコンディショニング装置。

【請求項3】 軸の先端に研磨面のコンディショニング用の第一の工具、及びこれと異なる種類の第二の工具が装着される研磨面のコンディショニング装置であつて、前記軸は第一の把持部及び第二の把持部を備え、第一の工具は第一の把持部に固定され、第二の工具は第二の把持部に自動着脱可能な手段を介して装着され、第二の工具を第二の把持部に装着したときに、第二の工具の工具面が第一の工具の工具面よりも軸方向前方に位置する様に構成されていることを特徴とする研磨面のコンディショニング装置。

【請求項4】 前記第二の工具は、前記第二の把持部に真空吸着機構を介して装着されることを特徴とする請求項3に記載の研磨面のコンディショニング装置。

【請求項5】 軸の先端に研磨面のコンディショニング用の第一の工具、及びこれと異なる種類の第二の工具が装着される研磨面のコンディショニング装置であつて、前記軸は、その先端に大径のフランジ部を有するとともに、前記軸の中央に真空吸着機構を備え、前記第一の工具は前記フランジ部に固定され、前記第二の工具は前記真空吸着機構を介して着脱可能に装着され、前記第二の工具を装着したときに、前記第二の工具の工具面が前記第一の工具の工具面よりも軸方向前方に位置する様に構成されていることを特徴とする研磨面のコンディショニング装置。

【請求項6】 軸の先端に研磨面のコンディショニング用の第一の工具、及びこれと異なる種類の第二の工具が装着される研磨面のコンディショニング装置であつて、前記軸は、その先端に大径のフランジ部を有するとともに、このフランジ部の軸先端側端面の外周に真空吸着機構を備え、前記第一の工具は前記フランジ部の中央に固定され、前記第二の工具は前記真空吸着機構を介して着脱可能に装着され、前記第二の工具を前記フランジ部に装着したときに、前記第二の工具の工具面が前記第一の工具の工具面よりも軸方向前方に位置する様に構成されていることを特徴と

する研磨面のコンディショニング装置。

【請求項7】 前記第二の工具が浸漬されて洗浄されるとともに、不使用時に前記フランジ部から取り外された前記第二の工具が収容される第二の洗浄槽と、この第二の洗浄槽の外周側に第一の隔壁を介して設けられた排水槽と、この排水槽の外周側に第二の隔壁を介して設けられ、前記第一の工具が浸漬されて洗浄される第一の洗浄槽と、を備えたことを特徴とする請求項5に記載の研磨面のコンディショニング装置。

【請求項8】 前記第一の工具が浸漬されて洗浄される第一の洗浄槽と、この第一の洗浄槽の外周側に第一の隔壁を介して設けられた排水槽と、この排水槽の外周側に第二の隔壁を介して設けられ、前記第二の工具が浸漬されて洗浄されるとともに、不使用時に前記フランジ部から取り外された前記第二の工具が収容される第二の洗浄槽と、を備えたことを特徴とする請求項6に記載の研磨面のコンディショニング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板、ガラス基板、セラミックス等を研磨布を用いて研磨する研磨装置に組み込まれ、研磨布の研磨面の切削あるいはドレッシングなどを行うコンディショニング装置に係り、特に、コンディショニング後の研磨面の形状精度の向上、及びコンディショニング作業の効率の向上に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図5に、従来の研磨面のコンディショニング装置の一例を示す。コンディショニング装置は、研磨布9が固定される回転式の定盤4に隣接して、研磨装置のベース10の上に設置される。コンディショニング装置は、通常、複数の工具を備えている。この例では、砥石52及びブラシ53の二種類の工具を備えており、砥石52を用いて研磨布9の研磨面のドレッシングを行い、ブラシ53を用いて研磨面上の砥粒、研磨屑、ドレッシング屑などを取り除く。砥石52及びブラシ53は、不使用時には、それぞれの工具毎に設けられた洗浄槽60、70の中に収容されている。

【0003】それぞれの工具を使用する場合、工具が取り付けられる軸51が旋回アーム8によって水平・垂直移動して、工具を把持した後、研磨布9のコンディショニングが行われる。図5中、A-Aで示す一点鎖線は、旋回アーム8による軸51の水平方向の移動軌跡を表わす。

【0004】図6に、図5のA-A線に沿った断面図を示す。砥石52及びブラシ53の裏面（上面）にそれぞれ設けられた突出部54、55は、軸51の先端部に設

けられた真空吸着部12に結合するように形成されている。軸51を砥石52（あるいはブラシ53）の上方へ移動した後、軸51を下降させ、真空吸着部12が突出部54（あるいは突出部55）と接触した時点で、真空ポンプ15を起動して真空吸着孔16を介して工具を吸着することにより、砥石52（あるいはブラシ53）が装着される。なお、図6に示すように、各工具と軸51との接続時に互いの軸心を一致させるため、各工具の突出部54、55及び真空吸着部12にはテーパが設けられ、セルフアライメントが行われる形状となっている。

【0005】また、不使用時に各工具を収容する洗浄槽60及び洗浄槽70には、それぞれ、隔壁63、73を挟んで洗浄水の供給口61、71及び排水口62、72が設けられ、適宜、流水による工具の洗浄が実施される。

【0006】以上の様に複数種類の工具の自動交換が可能なコンディショニング装置は、共通の軸51に複数種類の工具を交互に装着して使用することが可能であり、装置構造の簡略化ができることに特徴がある。

【0007】しかし、従来のコンディショニング装置では、次のような問題がある。

イ、砥石を用いてドレッシングを行った場合、比較的、大きな加工反力が生じる。従って、ドレッシング条件を高加圧、高回転とした場合、真空吸着では把持力が不足したり、剛性不足のため振動の発生原因になったりしやすい。

【0008】ロ、砥石、切削工具など研磨面の形状を構成するコンディショニング工具を使用する場合、工具の取付精度が高いことが要求される。しかし、着脱の繰返しを行いながら高い取付精度を維持することは容易ではなく、特に、接続部への異物の侵入によって精度の低下を招き易い。

【0009】ハ、通常、コンディショニング工程では、複数の処理が連続して実施される。例えば、砥石によるドレッシングの後にブラッシングが行われる。従って、この様な場合、使用工具の種類の数に応じて着脱の時間が必要となる。

ニ、工具を収容する洗浄槽が工具の種類の数に応じて必要となり、研磨装置の中でのコンディショニング装置の占有面積が拡大しやすい。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、以上の様な問題点に鑑みて成されたもので、本発明の目的は、半導体基板などの研磨装置に組み込まれ、共用の一本の軸に複数種類の工具が装着されて使用される研磨面のコンディショニング装置において、コンディショニング後の研磨面の形状精度の向上を図ると同時に、コンディショニング作業の効率の向上を図ることが可能なコンディショニング装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の研磨面のコンディショニング装置は、軸の先端に研磨面のコンディショニング用工具を複数装着する研磨面のコンディショニング装置であつて、前記複数個のコンディショニング用工具の内、1個を除いた他の全てのコンディショニング用工具が、自動着脱可能な手段により装着されることを特徴とする。

【0012】なお、好ましくは、前記自動装着されるコンディショニング用工具は、装着された時に、他のコンディショニング用工具の工具面よりも軸方向前方に位置する様にする。

【0013】また、本発明の研磨面のコンディショニング装置は、軸の先端に研磨面のコンディショニング用の第一の工具、及びこれと異なる種類の第二の工具が装着される研磨面のコンディショニング装置であつて、前記軸は第一の把持部及び第二の把持部を備え、第一の工具は第一の把持部に固定され、第二の工具は第二の把持部に自動着脱可能な手段を介して装着され、第二の工具を第二の把持部に装着したときに、第二の工具の工具面が第一の工具の工具面よりも軸方向前方に位置する様に構成されていることを特徴とする。

【0014】なお、ここで第一の工具とは、例えば砥石あるいは切削工具などの様に、高い剛性を備え、高度な取付け精度が要求されるコンディショニング用の工具である。一方、第二の工具とは、例えば、研磨面上の砥粒、研磨屑、ドレッシング屑などを取り除くためのブラシなどの様に、第一の工具と比較して軸に作用する負荷が小さく、かつ高度な取付け精度が必要とされない工具である。

【0015】また、上記の自動着脱可能な手段とは、例えば真空吸着機構の様な、人手によらず短時間で工具の着脱が可能な着脱機構を意味する。特に、真空吸着機構は、簡便な構造を備え、把持力が強く、瞬時に着脱が可能なので、本発明のコンディショニング装置における前記第二の把持部として適している、本発明の研磨面のコンディショニング装置において、研磨面のドレッシングあるいは切削などの第一の工具を使用するコンディショニング作業は、第二の工具を第二の把持部から取り外した状態で行われる。一方、第二の工具を使用する場合には、第一の工具を第一の把持部に固定した状態のまま、第二の工具が第二の把持部に装着される。第二の工具の工具面は第一の工具の工具面よりも前方に位置しているので、第二の工具を使用する際には、第一の工具は研磨面から離れている。

【0016】以上の様に、研磨面のコンディショニング作業の際、第二の工具の着脱操作のみで二種類の工具を交互に使用することができるので、コンディショニング作業の時間を短縮することができる。

【0017】また、第一の工具は、頻繁に着脱する必要がないので、ボルト締め等の高い剛性を備えた固定方法

を用いて第一の把持部に固定することが可能であり、高度な取り付け位置の精度を確保することができる。その結果、研磨面のコンディショニングの精度を向上させることができる。

【0018】なお、本発明の研磨面のコンディショニング装置は、例えば、前記軸の先端に大径のフランジ部を形成し、このフランジ部に前記第一の工具を固定するとともに、このフランジ部の中央に真空吸着機構を設けて、この真空吸着機構を介して前記第二の工具を着脱可能に装着することにより構成することができる。

【0019】また、必要に応じて、前記第一の工具及び前記第二の工具にそれぞれ専用の洗浄槽を設ける。その場合、各洗浄槽を同心円状に配置することができる。好ましくは、中心部に前記第二の工具用の第二の洗浄槽を配置し、その外周側に第一の隔壁を介して排水槽を配置し、更にその外周側に前記第一の工具用の第一の洗浄槽を配置する。前記第一の工具は、第一の洗浄槽に浸漬されて洗浄され、前記第二の工具は、第二の洗浄槽に浸漬されて洗浄されるとともに、不使用時にはフランジから取り外されて第二の洗浄槽の中に収容される。

【0020】また、これに代わって、前記第二の工具を前記第一の工具の外周側に配置する場合には、本発明の研磨面のコンディショニング装置は、前記軸の先端に大径のフランジ部を形成し、このフランジ部の軸先端側端面の外周に真空吸着機構を設けて、この真空吸着機構を介して前記第二の工具を着脱可能に装着するとともに、フランジ部の中央に前記第一の工具を固定することによって構成することができる。

【0021】この場合には、好ましくは、各洗浄槽を以下の様に配置する。即ち、中心部に前記第一の工具用の第一の洗浄槽を配置し、その外周側に第一の隔壁を介して排水槽を配置し、更にその外周側に第二の隔壁を介して前記第二の工具用の第二の洗浄槽を配置する。この場合にも、前記第一の工具は、第一の洗浄槽に浸漬されて洗浄され、前記第二の工具は、第二の洗浄槽に浸漬されて洗浄されるとともに、不使用時にはフランジから取り外されて第二の洗浄槽の中に収容される。

【0022】

【発明の実施の形態】

（例1）図1に、本発明に基づく研磨面のコンディショニング装置の一例を示す。図中、1は軸、2はドレッシング用の砥石（第一の工具）、3はブラシ（第二の工具）、12は真空吸着部、17はフランジ、6は洗浄槽を表す。

【0023】軸1の先端部にはフランジ17が形成されている。中央に開口部26を備えたリング状の砥石2は、フランジ17の下面にボルト19によって固定される。また、軸1の下端面の中央部には真空吸着部12が形成され、この真空吸着部12は砥石の中央の開口部26を貫通している。真空吸着部12の座面には真空吸着

孔16が開口し、この真空吸着孔16は真空ポンプ15に接続されている。ブラシ3の上面には突出部21が形成されている。真空吸着部12にこの突出部21を吸着することによって、軸1にブラシ3が装着される。従って、ブラシ3は軸1に対して容易に自動着脱が可能である。

【0024】なお、軸1にブラシ3を装着した状態では、ブラシ3の先端が砥石2の表面よりも下側に突出してブラシ3のみが使用可能な状態となる。一方、ブラシ3の不使用時には、ブラシ3は真空吸着部12から取り外されて、洗浄槽6の中に収容される。

【0025】以上の様に、軸1の先端フランジ部に砥石2を固定するとともに、ブラシ3を自動的に着脱可能な方法で装着し、ブラシ3の先端が砥石2の表面よりも前方に突出する様に構成することによって、

イ．砥石2を軸1に対して強固に接続することが可能で、接続部分の剛性を確保するとともに、軸1と砥石2の取り付けの精度を向上させることができる。

【0026】ロ．ブラシ3のみを必要に応じて着脱すればよいので、図5に示した従来の装置と比較して工具の着脱時間を短縮することができ、研磨面のコンディショニング作業に要する時間を短縮することができる。

【0027】ハ．砥石2は、常時、軸1に取り付けられた状態なので、砥石2を収容するための専用の槽60（図5）が不要となる。なお、図1に示す様に、工具の種類によっては一つの槽を複数種類の工具の洗浄に共用できる。従って、コンディショニング装置の設置面積を小さくすることができる。

【0028】（例2）図2に、本発明に基づく研磨面のコンディショニング装置の他の例を示す。この例では、図1に示した例とは反対に、ドレッシング用の砥石2（第一の工具）の径がブラシ3（第二の工具）の径と比べて小さい。

【0029】軸1の先端部にはフランジ17が形成されている。砥石2は、フランジ17の下面の中央部にボルト19によって固定される。砥石2の固定部11の外側に真空吸着部12が形成され、真空吸着部12の座面には真空吸着孔16が開口し、真空吸着孔16は真空ポンプ15に接続されている。ブラシ3はリング状で中央に開口部27を備え、その上面には突出部22が形成されている。真空吸着部12にこの突出部22を吸着することによって、軸1にブラシ3が把持される。従って、ブラシ3は軸1に対して容易に自動着脱が可能である。

【0030】なお、軸1にブラシ3を把持した状態では、砥石2はブラシ3の開口部27の中に収容され、ブラシ3の先端が砥石2の表面よりも前方に突出してブラシ3のみが使用可能な状態となる。なお、ブラシ3の中央に開口部27を設けずに、ブラシ3の上面の中央に凹部を設け、この凹部に砥石2を収容する様に構成することもできる。一方、ブラシ3の不使用時には、図1に示

した例と同様に、ブラシ3は真空吸着部12から取り外されて、洗浄槽6の中に収容される。なお、図2に示した構造は、小径ドレッサを研磨面上で揺動させながらドレッシングする場合に適している。

【0031】(例3)図3に、本発明に基づく研磨面のコンディショニング装置の他の例を示す。この例は、砥石2及びブラシ3に対して、それぞれ専用の洗浄槽(区画)を設けたものであり、その他の構成は図1に示した例と同様である。

【0032】洗浄槽6の内部は、同心円状に配置された隔壁38及び39によって3つに分割され、3つの区画を備える。外側の区画34(第一の槽)は砥石2の洗浄用の槽であり、中央の区画36(第二の槽)はブラシ3の洗浄用の槽である。また、両者の中間の区画35(排水槽)は排水用に使用される。

【0033】外側の区画34には、底部に接続された給水管31aを介して洗浄水が供給され、中央の区画36には、底部の中央に接続された給水管31bを介して洗浄水が供給される。外側の区画34に供給された洗浄水は、隔壁39からオーバーフローして中間の区画35に流れ込み、排水管32から排出される。同様に、中央の区画36に供給された洗浄水は、隔壁38からオーバーフローして中間の区画35に流れ込み、排水管32から排出される。

【0034】上記の様に、砥石2及びブラシ3の洗浄槽(区画)を個別に設けた構成は、砥石2及びブラシ3について異なる洗浄条件を設定する場合に好適である。例えば、洗浄水の供給を断続的に行う場合に、その時間配分をそれぞれの工具の使用状況に合わせて変更する場合や、あるいは洗浄水の組成を工具種類ごとに変える場合に適用できる。

【0035】(例4)以上の例においては二種類の工具を装着する場合についての構成を示したが、真空吸着部を多重に設けることによって、三種類以上の工具を装着することもできる。

【0036】図4に、三種類の工具を装着する例を示す。この例では、第一の工具として大径ドレッサ2aが、第二の工具としてブラシ3aが、第三の工具として小径ドレッサ3bが装着されている。

【0037】軸1の先端部にはフランジ17が形成されている。中央に開口部26を備えたリング状の大径ドレッサ2aは、フランジ17の下面にボルト19によって固定される。また、フランジ17の下面の中央部には同心円状に二重に真空吸着部12a(外側)、12b(中心側)が形成され、これらの真空吸着部12a、12bは、リング状の大径ドレッサ2aの開口部26を貫通して、軸1の先端に露出している。真空吸着部12a、12bの各座面には、それぞれ真空吸着孔16a、16bが開口し、各真空吸着孔16a、16bは、それぞれバルブ151、152を介して真空ポンプ15に接続され

ている。ブラシ3aの上面には突出部23が形成されて、外側の真空吸着部12aでこの突出部23を吸着することによって、軸1にブラシ3aが自動着脱が可能な状態で把持される。同様に、小径ドレッサ3bの上面には突出部24が形成され、中心側の真空吸着部12bでこの突出部24を吸着することによって、軸1に小径ドレッサ3bが自動着脱が可能な状態で把持される。

【0038】ブラシ3aを使用する場合は、真空ポンプ15を起動するとともにバルブ151を開状態としてブラシ3aを吸着部12aで把持する。また、小径ドレッサ3bを使用する場合は、同様に、真空ポンプ15を起動するとともにバルブ152を開状態として小径ドレッサ3bを吸着部12bで把持する。なお、軸1に、ブラシ3aあるいは小径ドレッサ3bを把持した状態では、それぞれの工具の工具面が、大径ドレッサ2aの工具面よりも下側に突出して、ブラシ3aあるいは小径ドレッサ3bのみが使用可能な状態となる。

【0039】以上の様な構成とすることによって、大径ドレッサ2aを使用する高能率ドレッシング、ブラシ3aを使用する研磨くずの排除、小径ドレッサ3bを使用する局部的な形状修正など多量のコンディショニング作業を、組合せによりあるいは適宜、選択して実施することが可能となり、研磨布表面を最良の状態に維持・管理することができる。

【0040】

【発明の効果】本発明に基づく研磨面のコンディショニング装置によれば、共用の一本の軸に複数種類のコンディショニング用の工具を装着可能にするとともに、その一部の工具を真空吸着等によって自動着脱が可能な状態で装着する様に構成した結果、複数種類のコンディショニング用の工具について、それぞれの工具の特性、使用条件に合わせてその装着方法を選択できるので、コンディショニングの精度を向上させることができる。

【0041】また、工具の脱着回数が減少するのでコンディショニング作業に要する時間を短縮することができる。更に、不使用工具の収容スペースを削減できるのでコンディショニング装置の設置面積を小さくすることが可能となり研磨装置全体を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく研磨面のコンディショニング装置の一例を示す図。

【図2】本発明に基づく研磨面のコンディショニング装置の他の例を示す図。

【図3】本発明に基づく研磨面のコンディショニング装置で使用される洗浄槽の一例を示す図。

【図4】本発明に基づく研磨面のコンディショニング装置の他の例を示す図。

【図5】従来の研磨面のコンディショニング装置の斜視図。

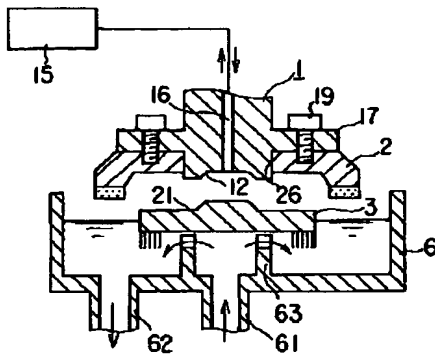
【図6】図5に示したコンディショニング装置の部分断

面図。

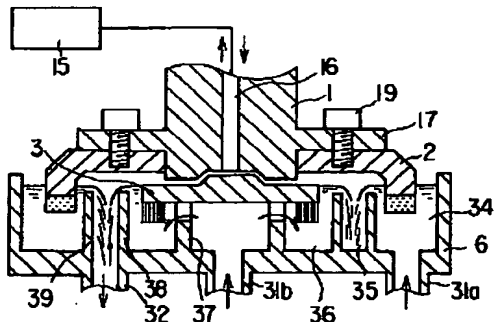
【符号の説明】

1・・・軸、2・・・砥石（第一の工具）、2a・・・大径ドレッサ（第一の工具）、3、3a・・・ブラシ（第二の工具）、3b・・・小径ドレッサ（第三の工具）、4・・・回転式の定盤、6・・・洗浄槽、8・・・旋回アーム、9・・・研磨布、10・・・ベース、11・・・固定部、12、12a、12b・・・真空吸着部、15・・・真空ポンプ、16、16a、16b・・・真空吸着孔、17・・・フランジ、19・・・ボル * 10

【図1】

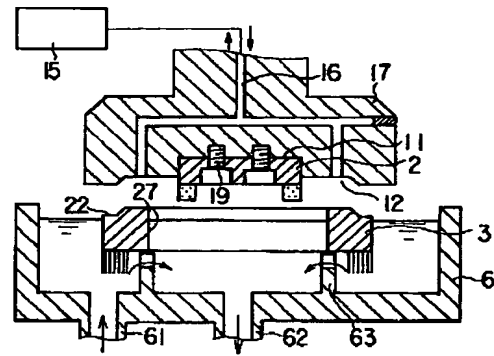


【図3】

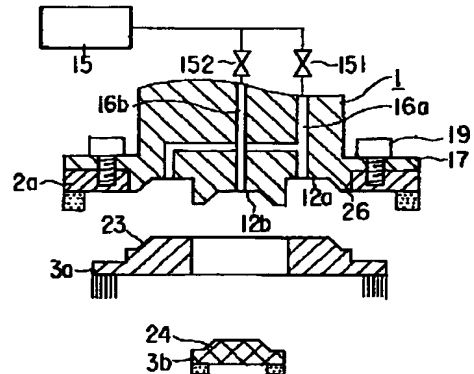


* ト、21、22、23、24・・・突出部、26、27・・・開口部、31a、31b・・・給水管、32・・・排水管、34・・・外側の区画（第一の洗浄槽）、35・・・中間の区画（排水槽）、36・・・中央の区画（第二の洗浄槽）、37、38、39・・・隔壁、51・・・軸、52・・・砥石、53・・・ブラシ、54、55・・・突出部、60、70・・・洗浄槽、61、71・・・給水口、62、72・・・排水口、63、73・・・隔壁。

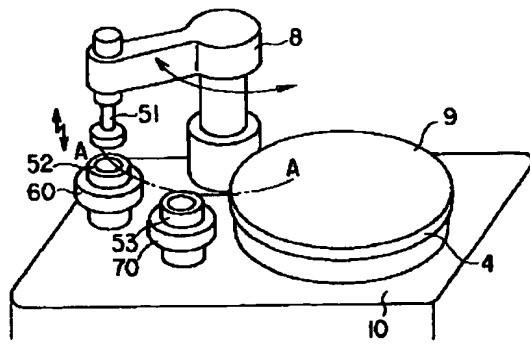
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

